

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2004306153
PUBLICATION DATE : 04-11-04

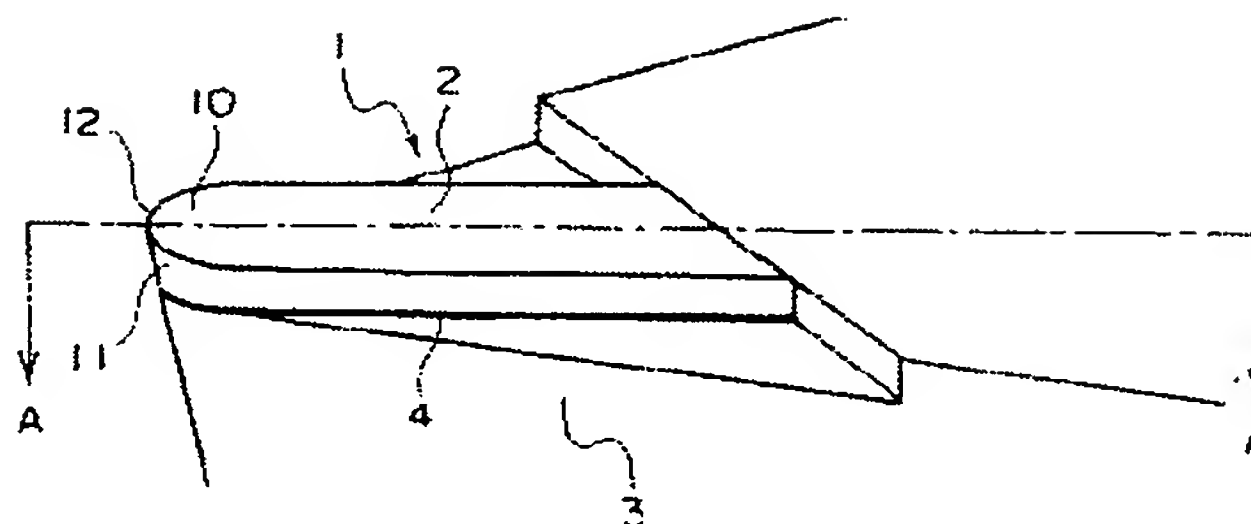
APPLICATION DATE : 02-04-03
APPLICATION NUMBER : 2003099241

APPLICANT : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD;

INVENTOR : KATO TOSHIRO;

INT.CL. : B23B 27/20 B23B 27/14 C23C 14/06
C23C 14/08 C30B 29/04

TITLE : SINGLE CRYSTAL DIAMOND CUTTING
TOOL



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a diamond cutting tool, restraining abrasion of a tool and breakage of a knife edge in machining ferrous metal, and mirror-finishing the shape of a metal mold required in manufacturing a metal mold of ferrous metal.

SOLUTION: This single crystal diamond cutting tool is obtained by making a thin film made of one or more kinds of materials selected from a group of TiC, Ti (C, N), TiAlN and Al_2O_3 adhere to a flank and a cutting surface directly or through a Tic layer, thereby forming a coated layer preferably having a thickness of 0.01 to 2 μm and a surface roughness Rmax of 0.001 to 0.1 μm .

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-306153

(P2004-306153A)

(43) 公開日 平成16年11月4日(2004.11.4)

(51) Int. Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

B 2 3 B 27/20

B 2 3 B 27/20

3 C 0 4 6

B 2 3 B 27/14

B 2 3 B 27/14

A

4 G 0 7 7

C 2 3 C 14/06

C 2 3 C 14/06

A

4 K 0 2 9

C 2 3 C 14/08

C 2 3 C 14/06

B

C 3 0 B 29/04

C 2 3 C 14/06

H

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-99241 (P2003-99241)

(22) 出願日 平成15年4月2日(2003.4.2)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(74) 代理人 100072844

弁理士 萩原 亮一

(74) 代理人 100122161

弁理士 渡部 崇

(74) 代理人 100123331

弁理士 石川 祐子

(72) 発明者 森脇 俊道

兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大

学工学部内

(72) 発明者 中井 哲男

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

最終頁に続く

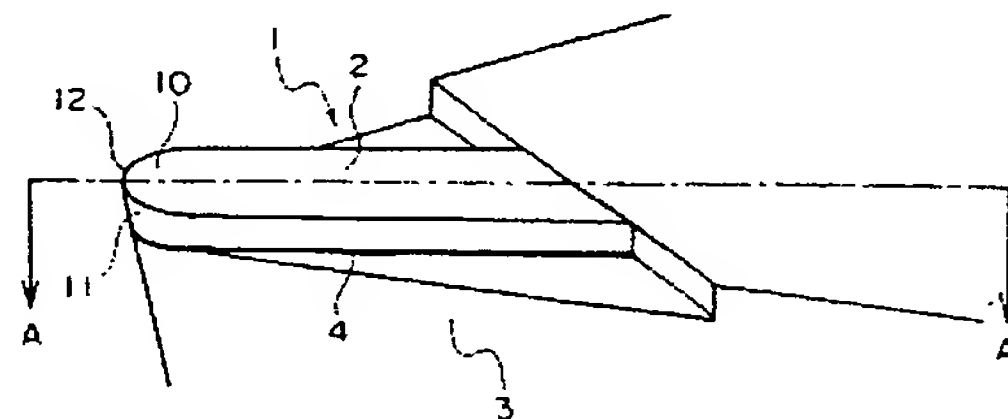
(54) 【発明の名称】 単結晶ダイヤモンド切削工具

(57) 【要約】

【課題】鉄系金属の加工において工具の摩耗や刃先の欠損が抑制され、鉄系金属の金型の製造において要求される金型形状を鏡面加工できるダイヤモンド切削工具を提供すること。

【解決手段】逃げ面とすくい面に直接又はTiC層を介してTiN、TiC、Ti(C、N)、TiAlN、Al₂O₃ からなる群から選ばれた1種以上の材料からなる薄膜を付着させ、好ましくは厚さ0.01~2μm、表面粗さがRmaxで0.001~0.1μmの被覆層を形成してなることを特徴とする単結晶ダイヤモンド切削工具。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

単結晶ダイヤモンド切削工具において、逃げ面とすくい面にTiN、TiC、Ti(C, N)、TiAlN、Al₂O₃ からなる群から選ばれた1種以上の材料からなる薄膜を付着させて被覆層を形成してなることを特徴とする単結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項2】

前記被覆層が厚さ0.01~2μm、表面粗さがRmaxで0.001~0.1μmの被覆層であることを特徴とする請求項1に記載の単結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項3】

前記被覆層の厚さが0.01~1μmであることを特徴とする請求項2に記載の単結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項4】

単結晶ダイヤモンド切削工具において、逃げ面とすくい面にTi層を形成させてダイヤモンドとTi層との界面にTiCを生成させ、その上にTiN、TiC、Ti(C, N)、TiAlN、Al₂O₃ からなる群から選ばれた1種以上の材料からなる薄膜を付着させて被覆層を形成してなることを特徴とする単結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項5】

前記Ti層の厚さが0.005~0.5μmであり、前記被覆層が厚さ0.01~2μm、表面粗さがRmaxで0.001~0.1μmの被覆層であることを特徴とする請求項4に記載の単結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項6】

前記被覆層の厚さが0.01~1μmであることを特徴とする請求項5に記載の単結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項7】

逃げ面とすくい面が交叉する稜の丸みが0.005~0.1μmであることを特徴とする請求項1~6のいずれか1項に記載の単結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項8】

TiN、TiC、Ti(C, N)、TiAlN、Al₂O₃ からなる群から選ばれた1種以上の材料からなる薄膜がスパッタリング法又はイオンプレーティング法により付着させたものであることを特徴とする請求項1~7のいずれか1項に記載の単結晶ダイヤモンド切削工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は金型材を鏡面仕上げする切削工具などの超精密切削工具に好適な単結晶ダイヤモンド切削工具に関する。

【0002】

【従来の技術】

金型材は強度や耐摩耗性の面で高硬度な鉄族金属が使用されているが、従来、レンズなどの光学部品用金型などに使用される鏡面加工に必要な金型は前加工された金型材にNi-P無電解メッキを施し、これを単結晶ダイヤモンドバイトで切削加工をするか、金型素材を粗加工後、表面を磨いて仕上げられている。

そのため、加工費削減のため、金型材を直接切削加工して鏡面を得ることができる工具が強く要求されている。一般的に、切削工具により非鉄金属の鏡面加工を実施する場合、刃先形状が被削面に転写されるため、工具としては刃先が鋭利で滑らかな単結晶ダイヤモンド工具が使用されている。しかしながら、ダイヤモンドは鉄系金属との反応性が高く、単結晶ダイヤモンドで鉄系金属を切削すれば工具摩耗が著しくチッピングを生じるなどの問題があり、鉄系金属用の切削工具としては使用することができない。

【0003】

鏡面を有する金型の製造方法として、拡散面を形成するための拡散面形成用金型部と、鏡

面を形成するための鏡面形成用金型部とを有する光学パネル用金型の製造において、鏡面形成用金型部の鏡面加工を単結晶ダイヤモンド工具で行う方法が知られているが（例えば、特許文献1参照）、これも材質は銅、真鍮、ニッケル、アルミニウム、亜鉛合金又はS55C等の鋼材上に銅やニッケルをメッキしたものであり、鉄系金属とダイヤモンドとの反応性を解決するものではない。

また、ダイヤモンド工具における刃先のチッピングが生じやすいという欠点の解消を目的として、刃先稜線部にRが0.07mm以下の面取りをしたチップが提案されているが（例えば、特許文献2参照）、これも鉄系金属に適用するには問題がある。

鉄系金属との親和性が低い硬質材料としてはcBNがあるが、cBN単結晶は強度が低く、高硬度金型材の切削では刃先が欠損し使用できない。

近年、楕円振動切削法で、鉄系金属を単結晶ダイヤモンド工具を用いて加工し、鏡面を得られることが報告されているが（例えば、非特許文献1参照）、この場合でも、ダイヤモンドと鉄系金属との反応により工具が摩耗し、形状的に見て満足する物が得られていない状況である。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-79854号公報

【特許文献2】

特開2002-254213号公報

【非特許文献1】

社本英二 他、「楕円振動切削加工法（第4報）」、精密工学会誌、2001年、第67巻、第11号、p1871

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は前記従来技術における問題点を解決し、鉄系金属の加工において工具の摩耗や刃先の欠損が抑制され、鉄系金属の金型の製造において要求される金型形状を鏡面加工できる単結晶ダイヤモンド切削工具を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は前記課題を解決する手段として次の(1)～(8)の構成の単結晶ダイヤモンド切削工具を提供するものである。

(1) 単結晶ダイヤモンド切削工具において、逃げ面とすくい面にTiN、TiC、Ti(C, N)、TiAlN、Al₂O₃ からなる群から選ばれた1種以上の材料からなる薄膜を付着させて被覆層を形成してなることを特徴とする単結晶ダイヤモンド切削工具。

(2) 前記被覆層が厚さ0.01～2μm、表面粗さがRmaxで0.001～0.1μmの被覆層であることを特徴とする前記(1)の単結晶ダイヤモンド切削工具。

(3) 前記被覆層の厚さが0.01～1μmであることを特徴とする前記(2)の単結晶ダイヤモンド切削工具。

【0007】

(4) 単結晶ダイヤモンド切削工具において、逃げ面とすくい面にTi層を形成させてダイヤモンドとTi層との界面にTiCを生成させ、その上にTiN、TiC、Ti(C, N)、TiAlN、Al₂O₃ からなる群から選ばれた1種以上の材料からなる薄膜を付着させて被覆層を形成してなることを特徴とする単結晶ダイヤモンド切削工具。

(5) 前記Ti層の厚さが0.005～0.5μmであり、前記被覆層が厚さ0.01～2μm、表面粗さがRmaxで0.001～0.1μmの被覆層であることを特徴とする前記(4)の単結晶ダイヤモンド切削工具。

(6) 前記被覆層の厚さが0.01～1μmであることを特徴とする前記(5)の単結晶ダイヤモンド切削工具。

(7) 逃げ面とすくい面が交叉する稜の丸みが0.005～0.1μmであることを特徴

とする前記1～6のいずれか1つの単結晶ダイヤモンド切削工具。

(8) TiN 、 TiC 、 $\text{Ti}(\text{C}, \text{N})$ 、 TiAlN 、 Al_2O_3 からなる群から選ばれた1種以上の材料からなる薄膜がスパッタリング法又はイオンプレーティング法により付着させたものであることを特徴とする前記(1)～(7)のいずれか1つの単結晶ダイヤモンド切削工具。

【0008】

【発明の実施の形態】

滑らかで鋭利な刃先を得ることができるのは、結晶粒界のない単結晶工具であるが、硬度、強度から考えてダイヤモンドが最適である。しかしながら、前記のとおりダイヤモンド工具はダイヤモンドと鉄系金属との反応性の故に鉄系金属の加工には適用できないという問題があった。

本発明の単結晶ダイヤモンド切削工具は、工具の逃げ面及びすくい面に耐溶着性と耐摩耗性に優れた薄膜による被覆層を形成し、鉄系金属が直接ダイヤモンドと接触するのを防止し、ダイヤモンドの摩耗を抑制した点に最大の特徴がある。

【0009】

以下、本発明について図面を参照して具体的に説明する。図1及び2は本発明の単結晶ダイヤモンド切削工具の1実施態様を示す概略説明図であり、図1は斜視図、図2(a)は図1の平面図、図2(b)は図1のA-A断面図である。

図1の単結晶ダイヤモンド切削工具1は、先端部を所定のノーズ半径に加工した単結晶ダイヤモンド2を超合金などの台金3にTiを含有するろう材などのろう材4を用いて接着したものであり、すくい面10及び逃げ面11には耐溶着性と耐摩耗性に優れた薄膜からなる被覆層5が被覆されている。図1、2において符号12は逃げ面とすくい面が交差する稜(切刃稜線部)、rはノーズ半径、Rは切刃稜線部の丸み(曲率半径)、 θ_1 はすくい角、 θ_2 は逃げ角である。

【0010】

前記薄膜を形成する材料としては、高硬度で耐熱性に優れている4A族金属(Ti、Zr、Hf)の炭化物、窒化物、炭窒化物、 TiAlN 及び Al_2O_3 が挙げられる。特にTiN、TiC、 $\text{Ti}(\text{C}, \text{N})$ 、 TiAlN 及び Al_2O_3 は硬度と鉄系金属との耐反応性が高く優れた特性を示し、中でもTi系の材料が最適である。

これらの薄膜を単結晶ダイヤモンド切削工具の逃げ面及びすくい面に付着させることにより、ダイヤモンドと鉄系金属との直接接触を長時間にわたり防止することができる。

【0011】

逃げ面及びすくい面の単結晶ダイヤモンドに薄膜を付着させる方法としては、反応性スパッタリング法又はイオンプレーティング法が好適である。前記薄膜を付着させるに先立って予め単結晶ダイヤモンドの表面に反応性スパッタリング法、イオンプレーティング法、電子ビーム蒸着法などによりTi層を形成させ、これを800℃以上に加熱して薄膜界面にTiCを生成させ(Ti層の1部又は全部をTiCに変える)た後、この上に前記薄膜を付着させることによってこれらの薄膜の単結晶ダイヤモンドへの密着強度を向上させることができる。

なお、TiCを生成させるための加熱方法としては1GPa以上の不活性ガス加圧炉内あるいは 1×10^{-3} Pa以下の高真空炉内で加熱する方法などを採用することができる。また、薄膜がTiCである場合には、Tiをイオンプレーティング等の方法により付着させた後、これを加熱してダイヤモンドと反応させ、TiC膜とすることも可能である。

【0012】

単結晶ダイヤモンドの表面に付着させる被覆層の厚み、すなわち、単結晶ダイヤモンドの表面に直接付着させた前記薄膜の厚み、あるいは単結晶ダイヤモンドの表面に形成させたTiC又はTiCと未反応のTiを含む層と前記薄膜とを合わせた被覆層の厚み、は逃げ面及びすくい面とも0.01～2 μm とするのがよい。厚さが0.01 μm 未満では、長時間の加工において、単結晶ダイヤモンドが露出して、ダイヤモンドの摩耗が急速に進展する。一方、被覆層の厚みが2 μm を越えると、エッジの部分の強度が低下し、切削中に

チッピングを生じること、及び薄膜生成時にエッジの丸みが大きくなり、切削性が低下するため好ましくない。特に厚み $1\mu\text{m}$ 以下では所望とするエッジの丸みを得られやすく好ましい。膜厚の調整は、所望の厚みの薄膜を付着させることによって行えばよいが、所望の厚みよりも厚い被覆層を形成した後、表面を加工して所望の厚みとすることもできる。

【0013】

切削工具による切削加工では刃先形状が被削材に転写するため、切削により鏡面を得るためには、刃先が滑らかである必要がある。刃先は工具逃げ面とすくい面の交叉線で形成されるため、表面粗さ（STM、AFM又はダイヤモンドの触針を用いた粗さ計で測定）が R_{max} で $0.01\sim0.1\mu\text{m}$ 、好ましくは $0.01\sim0.02\mu\text{m}$ 程度の鏡面を得るためには工具逃げ面とすくい面の表面粗さは R_{max} で $0.001\sim0.1\mu\text{m}$ の範囲とする必要がある。表面粗さが $0.1\mu\text{m}$ を越えると、刃先が粗くなり、鏡面加工ができなくなると共に、特に工具すくい面の表面積が増えるため、被削材が溶着し易くなるので好ましくない。また、 $0.001\mu\text{m}$ 未満では刃先が鋭利になりすぎ、刃先の微細なチッピングのため、被削材表面が粗くなる傾向になり、好ましくない。

【0014】

表面粗さが R_{max} で $0.001\sim0.1\mu\text{m}$ の範囲の被覆層を得るためには、基盤となる単結晶ダイヤモンドの表面粗さを $0.001\sim0.5\mu\text{m}$ （特に $0.001\sim0.05\mu\text{m}$ ）に保っておくのが好ましい。被覆層の厚さが薄いため、基盤となる単結晶ダイヤモンドの表面粗さがこの範囲にあれば、被覆層を形成させたままの状態では R_{max} で $0.001\sim0.1\mu\text{m}$ の範囲の面粗度が得られ、この状態で使用することが可能である。被覆層を形成させたままの状態では面粗度が上記範囲を外れたり、さらに面粗度を向上させたい場合には、被覆層形成後に逃げ面及びすくい面のうちの片面、あるいはこの両面をラッピング等の方法で磨き、所望の面粗度とすることもできる。

【0015】

本発明の単結晶ダイヤモンド切削工具において、すくい面と逃げ面が交差する稜となるエッジの丸み（図2のR、切刃稜線部の曲率半径）は $0.005\sim0.1\mu\text{m}$ とするのが好ましい。丸みが $0.1\mu\text{m}$ を越えると、切れ味が低下して、切削時に刃先が被削材に食いつかなくなったり、被削材にバリを生じることがある。一方、丸みが $0.005\mu\text{m}$ 未満であると刃先がチッピングしやすくなり好ましくない。通常は切削工具の加工時に上記範囲内の丸みを得られるが、必要によりすくい面の薄膜を加工することにより調整することができる。

【0016】

本発明の切削工具は、金型加工用、特に超音波切削による金型加工用工具の刃先として有用である。超音波切削は通常切削に比べ切削抵抗が低く、かつ比較的低速で加工するので刃先温度上昇も少なく、薄膜の摩耗が抑制されるので好ましい使用方法である。しかし本発明の切削工具の用途は超音波切削工具用途に限定されるものではなく、金型材やその他高硬度鉄系部品の高精度加工にも適用できる。

【0017】

【実施例】

（実施例1）

単結晶ダイヤモンドをTiを含有するろう材を用いて超合金の台金に真空ろう付けし、すくい面、逃げ面ともスカイフ盤で工具ノーズ半径（図2のr） 0.1mm 、すくい角 0° 、逃げ角 7° の図1、2に示す形状の切削工具に仕上げた。なお、すくい面、逃げ面の表面粗さは R_{max} で $0.005\mu\text{m}$ でエッジの丸みは $0.007\mu\text{m}$ であった。

この工具の単結晶ダイヤモンドに高周波スパッタリング法により膜厚 $0.005\mu\text{m}$ のTiを付着させ、 900°C で30分間加熱し、ダイヤモンド-Tiの界面にTiCを形成後、反応性イオンプレーティングでTiN、Ti(C, N)、TiAlN薄膜を、また反応性スパッタリング法により Al_2O_3 薄膜を付着させて被覆層を形成した。形成した被覆層の厚さ、被覆形成後のすくい面、逃げ面の表面粗さ、及びエッジ部の丸み（図2のR）を表1に示す。

【0018】

これらの工具を用いて、図3に示す外径(h_1)50mm、内径(h_2)20mmの円筒状のSKT61(ダイス鋼)相当材(硬度はHRC52)からなる被削材6についてを切り込み10 μ m、送り10 μ m、切削速度50m/分で端面7の加工を行った。この結果も合わせて表1に示すが、どの刃先にも被削材の溶着は認められなかった。なお、HRCはロックウェルCスケールによる硬度を表す。

【0019】

【表1】

表1

サンプル No.	薄膜材と被覆 層厚さ (μ m)	表面粗さ (R_{max} , μ m)		エッジ部 丸み (μ m)	切削評価結果 (被削材表面粗さ) (R_{max} , μ m)	備考
		すくい面	逃げ面			
1	TiN 2.2	0.1	0.09	0.1	食い込まず	本発明工具
2	TiN 2.0	0.08	0.09	0.01	全面加工可能 (0.20)	本発明工具
3	TiN 1.0	0.04	0.04	0.008	全面加工可能 (0.15)	本発明工具
4	TiN 0.1	0.02	0.02	0.009	全面加工可能 (0.08)	本発明工具
5	TiN 0.05	0.01	0.01	0.008	全面加工可能 (0.07)	本発明工具
6	TiN 0.01	0.01	0.01	0.007	全面加工可能 (0.02)	本発明工具
7	TiN 0.003	0.005	0.005	0.007	25分加工して切刃部の膜 消失しダイヤモンド摩耗	本発明工具
8	TiC 0.07	0.01	0.01	0.007	全面加工可能 (0.02)	本発明工具
9	TiAlN 0.1	0.02	0.02	0.008	全面加工可能 (0.08)	本発明工具
10	Al ₂ O ₃ 0.2	0.03	0.03	0.008	全面加工可能 (0.10)	本発明工具

(注) 被覆層厚さはTiC+Ti+薄膜の厚さ

【0020】

(実施例2)

単結晶ダイヤモンドをTiを含有するろう材を用いて超合金の台金に真空ろう付けし、すくい面、逃げ面ともスカイフ盤で工具ノーズ半径1.2mm、すくい角0°、逃げ角11°の図1、2に示す形状の切削工具に仕上げた。なお、すくい面、逃げ面の表面粗さは R_{max} で0.01 μ mでエッジの丸みは0.03 μ mであった。

次にこの工具にそれぞれ表2に示す硬質材料を反応性スパタリング法で付着させて第1層と第2層からなる2層構造の被覆層を形成した。生膜中のダイヤモンドの温度は800℃に保持した。形成した被覆層の厚さ、被覆形成後のすくい面、逃げ面の表面粗さ、及びエッジ部の丸みを表2に示す。なお、サンプルNo. 15は厚めに被覆層を形成した後、膜表面を加工して、所望の厚さにした例である。

【0021】

これら工具を使用して、切削速度3m/分、切り込み0.05mm、送り0.01mmの条件で楕円振動超音波切削加工(20KHz)を行った。被削材は図3に示した形状のSUJ2(ベアリング鋼)相当材(硬度はHRC50)からなる被削材6で、外径(h_1)40mm、内径(h_2)15mmの端面7を加工した。結果を表2に示すが、サンプルNo. 16の工具のみすくい面への微少な溶着は観察されたが、他の刃先には被削材の付着は認められなかった。

【0022】

【表2】

表2

サンプル No.	薄膜材と被覆層厚さ(μm)		表面粗さ(Rmax, μm)		エッジ部 丸み (μm)	切削評価結果 (被削材表面粗さ) (Rmax, μm)	備考
	第1層	第2層	すくい面	逃げ面			
1 1	TiC	0.1	TiN	0.2	0.05	全面加工可能(0.03)	本発明工具
1 2	TiN	0.3	TiC	0.3	0.08	全面加工可能(0.05)	本発明工具
1 3	TiN	0.7	TiAlN	0.4	0.1	全面加工可能(0.09)	本発明工具
1 4	TiN	0.1	Al ₂ O ₃	0.5	0.1	全面加工可能(0.08)	本発明工具
1 5	TiN	0.05	Ti(C,N)	2.0 ラッピングで 0.8に仕上げ	0.015	全面加工可能(0.02)	本発明工具
1 6	TiN	0.05	Ti(C,N)	2.0	0.3	全面加工可能(1.5)	バリ発生
1 7	TiN	0.003	TiC	0.005	0.01	薄膜消失しダイヤモンド 摩耗	

【0023】

金型表面仕上げに必要な鏡面の粗さは、通常鏡面でRmaxが0.1μm以下、亜鏡面仕上げでRmaxが0.2μm以下である。表1及び表2の結果から本発明の工具によればRmaxが0.2μm以下の鏡面加工が可能であり、特に超音波切削加工による実施例2ではRmaxが0.1μm以下の鏡面が得られ、光学用レンズ金型加工用の切削工具として有効なことがわかる。

【0024】

【発明の効果】

本発明の単結晶ダイヤモンド切削工具は、ダイヤモンドが直接被削材に接触することがな

いので、鉄系金属の金型材の加工に使用することができ、鉄系金属の金型を切削加工のみで鏡面加工することができるので、その実用的価値は極めて大きいものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の切削工具の1実施態様を示す斜視図。

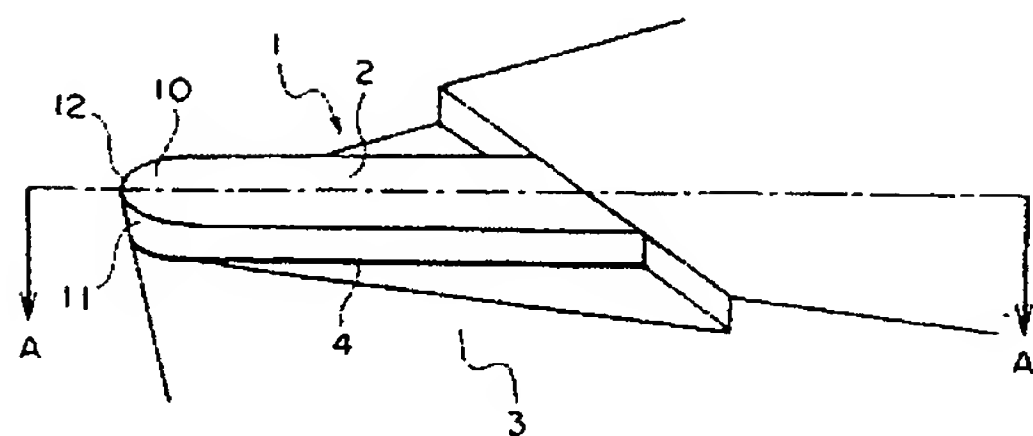
【図2】図1の平面図及びA-A断面図。

【図3】実施例で使用した被削材の形状を示す説明図。

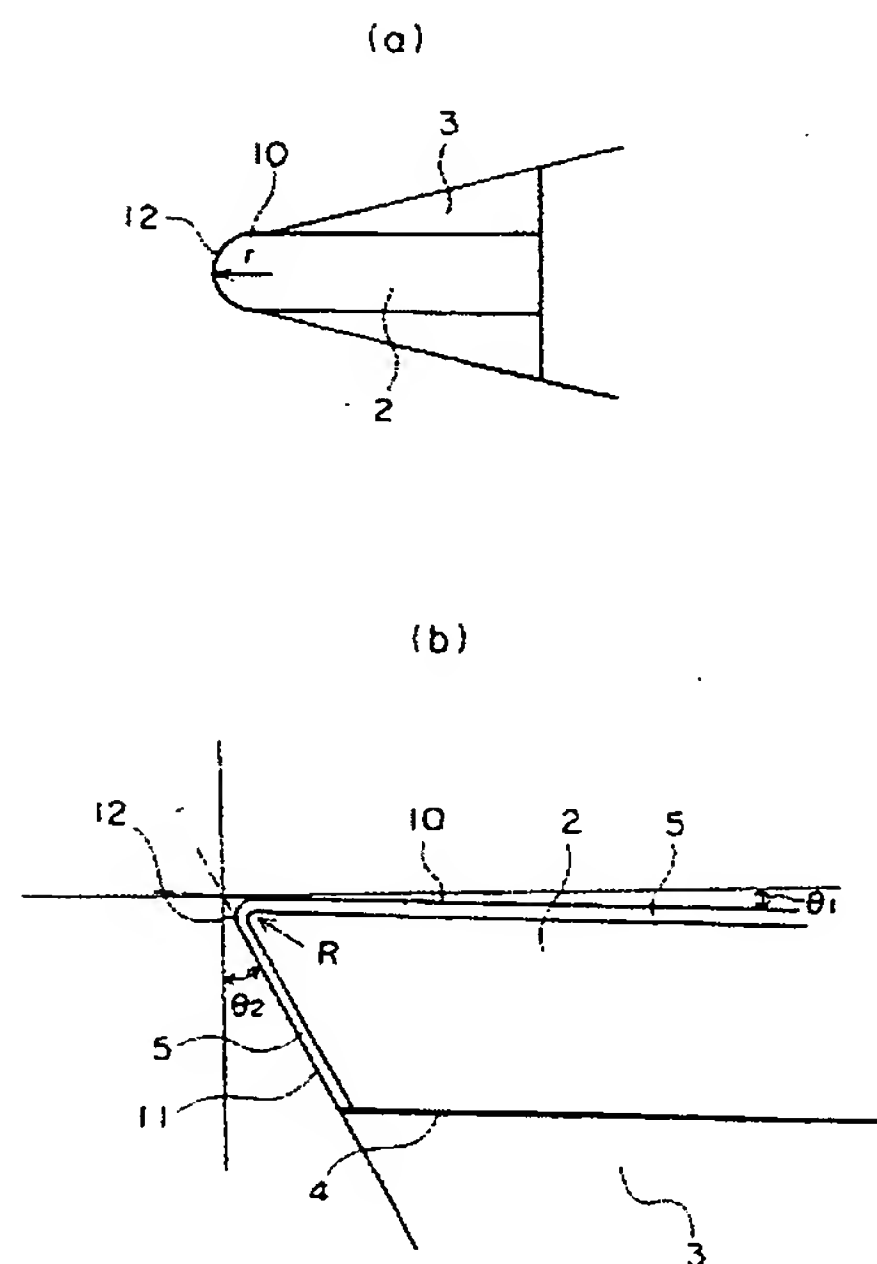
【符号の説明】

- 1 単結晶ダイヤモンド切削工具 2 単結晶ダイヤモンド
3 台金 4 ロウ材 5 被覆層 6 被削材 7 端面
10 工具すくい面 11 工具逃げ面
12 逃げ面とすくい面が交差する稜

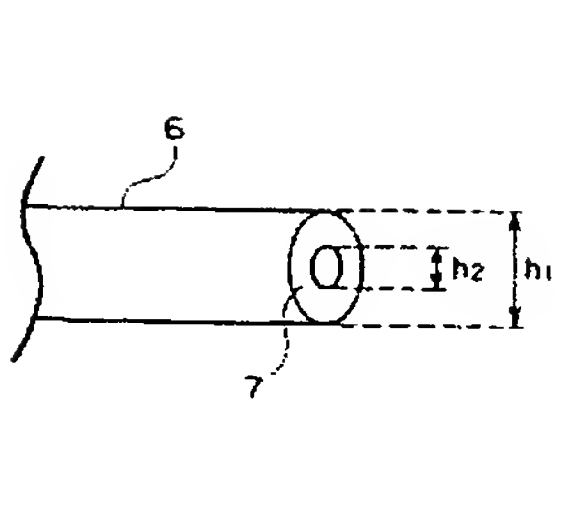
【図1】



【図2】



【図3】



(51) Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

C 2 3 C	14/06	L
C 2 3 C	14/08	A
C 3 0 B	29/04	W

(72) 発明者 加藤 寿郎

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

Fターム(参考) 3C046 FF02 FF10 FF20 FF21 FF25 FF35 HH01

4G077 AA02 BA03 FJ06 HA13

4K029 AA04 BA41 BA44 BA54 BA55 BA60 BD05 CA03 CA05 EA01